

ANALISIS GEMPABUMI SELATAN JAWA TIMUR (M 6.1) 10 APRIL 2021

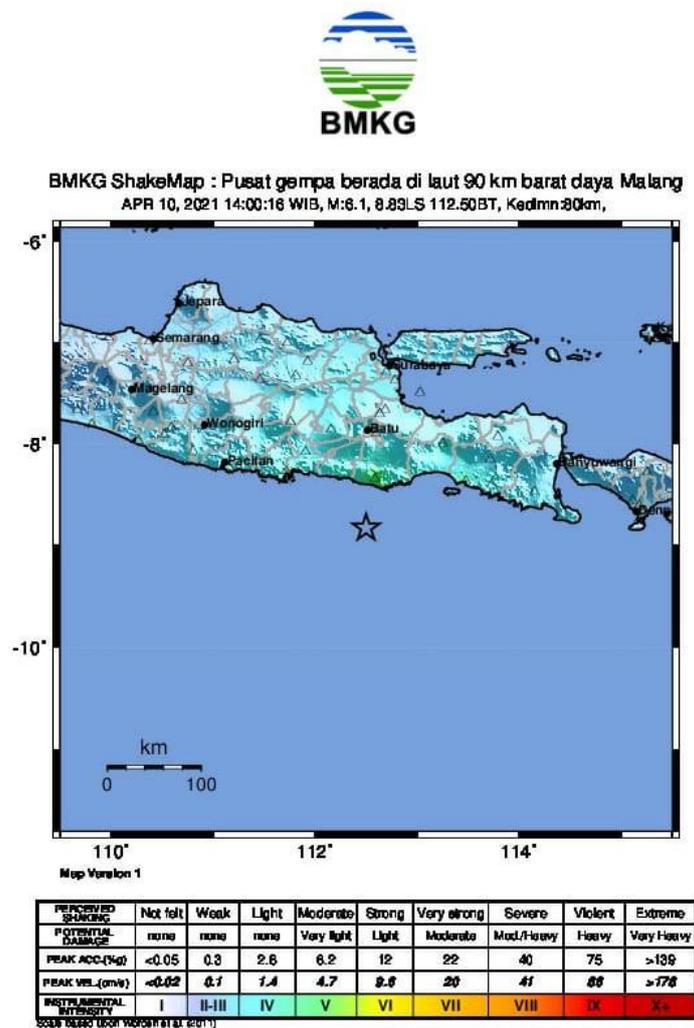
Pepen Supendi¹, Daryono², M. Taufik Gunawan¹, Supriyanto Rohadi¹, Bambang S. Prayitno²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG

²Pusat Gempabumi dan Tsunami BMKG

1. Parameter Gempabumi

Pada hari Sabtu tanggal 10 April 2021 pukul 14.00.16 WIB telah terjadi gempabumi di selatan Jawa Timur. Berdasarkan data BMKG, gempa ini memiliki kekuatan M 6.1 yang berlokasi pada koordinat 8.83° LS dan 112.5° BT dan kedalaman 80 km (tanda bintang pada Gambar 1).



Gambar 1. Peta tingkat guncangan (*shakemap*) gempa selatan Jawa Timur (M 6.1) tanggal 10 April 2021 (<http://shakemap.bmkg.go.id/>)

2. Dampak Gempabumi

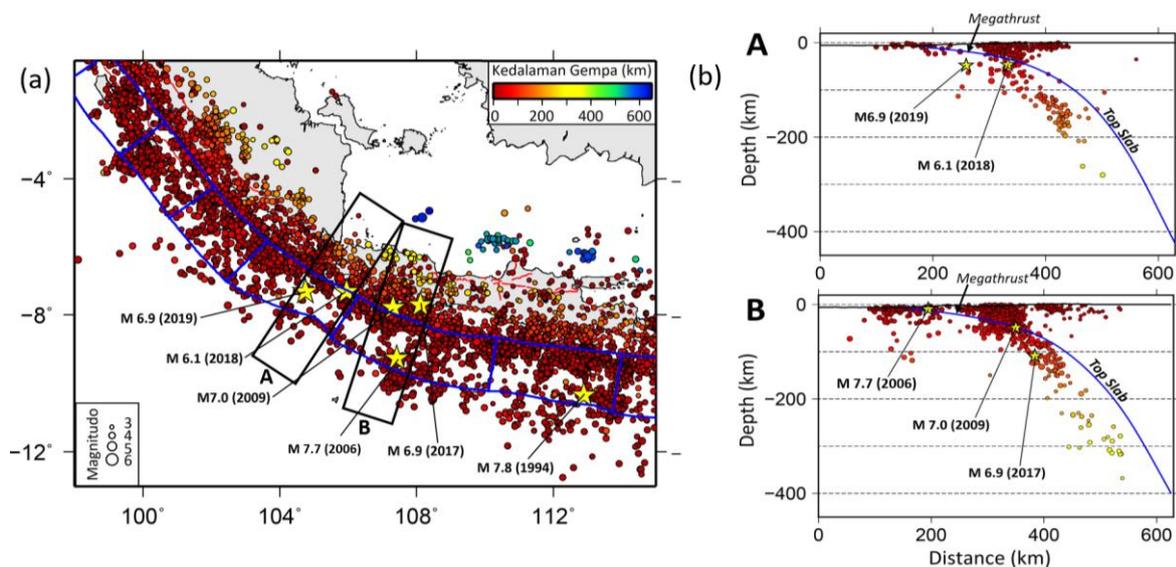
Peta tingkat guncangan (*Shakemap*) BMKG (Gambar 1) dan laporan dari lapangan menunjukkan bahwa guncangan gempabumi ini dirasakan di daerah Turen, Lumajang dalam

skala intensitas V-VI MMI. Sementara itu di Karangates, Malang, Blitar IV MMI, selanjutnya di Kediri, Trenggalek, Jombang III-IV MMI, dan di Nganjuk, Ponorogo, Madiun, Ngawi, Yogyakarta, Lombok Barat, Mataram, Kuta, Jimbaran, Denpasar III MMI. Sedangkan di Mojokerto, Klaten, Lombok Utara, Sumbawa, Tabanan, Klungkung, Banjarnegara II MMI.

Berdasarkan informasi dari BNPB per-tanggal 10 April 2021, gempa ini telah menyebabkan 7 orang meninggal dunia dan 8 orang mengalami luka-luka. Sementara itu, kerusakan rumah dan bangunan mencapai 696 unit, terdiri dari 525 unit rumah rusak ringan, 114 unit rumah rusak sedang, dan 57 unit rumah rusak berat.

3. Sejarah Gempabumi Merusak di Pulau Jawa

Selama kurun waktu 30 tahun terakhir (1990-2020), Pulau Jawa telah diguncang oleh 6 gempa dengan kekuatan $M > 6.0$ yang menyebabkan kerusakan dan menimbulkan korban jiwa (bintang warna kuning Gambar 2 dan Gambar 3) yang berlokasi di selatan Pulau Jawa, yaitu gempa dan tsunami Jawa Timur (M 7.8) tanggal 2 Juni 1994 (Abercrombie dkk., 2001), gempa dan tsunami Pangandaran (M 7.7) tanggal 17 Juli 2006 (Fuji dan Satake, 2006), gempa Tasikmalaya (M 7.0) tanggal 2 September 2009 (Gunawan dkk., 2019), gempa Tasikmalaya (M 6.9) tanggal 15 Desember 2017 dan gempa Lebak (M 6.1) tanggal 23 Januari 2018 (Supendi dkk., 2020), serta gempa Banten (M 6.9) tanggal 2 Agustus 2019.



Gambar 2. (a) Peta episenter gempabumi di Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2009-2018 hasil relokasi dari data BMKG dan gempa merusak yang pernah terjadi ($M > 6$) tahun 1990-2019 (bintang warna kuning), kotak-kotak warna biru pada gambar kiri adalah segementasi *megathrust* dari Irsyam dkk. (2020); (b) potongan melintang (*cross-section*) yang melewati gempa merusak tersebut, garis warna biru adalah model slab 2.0 (Hayes dkk., 2018).

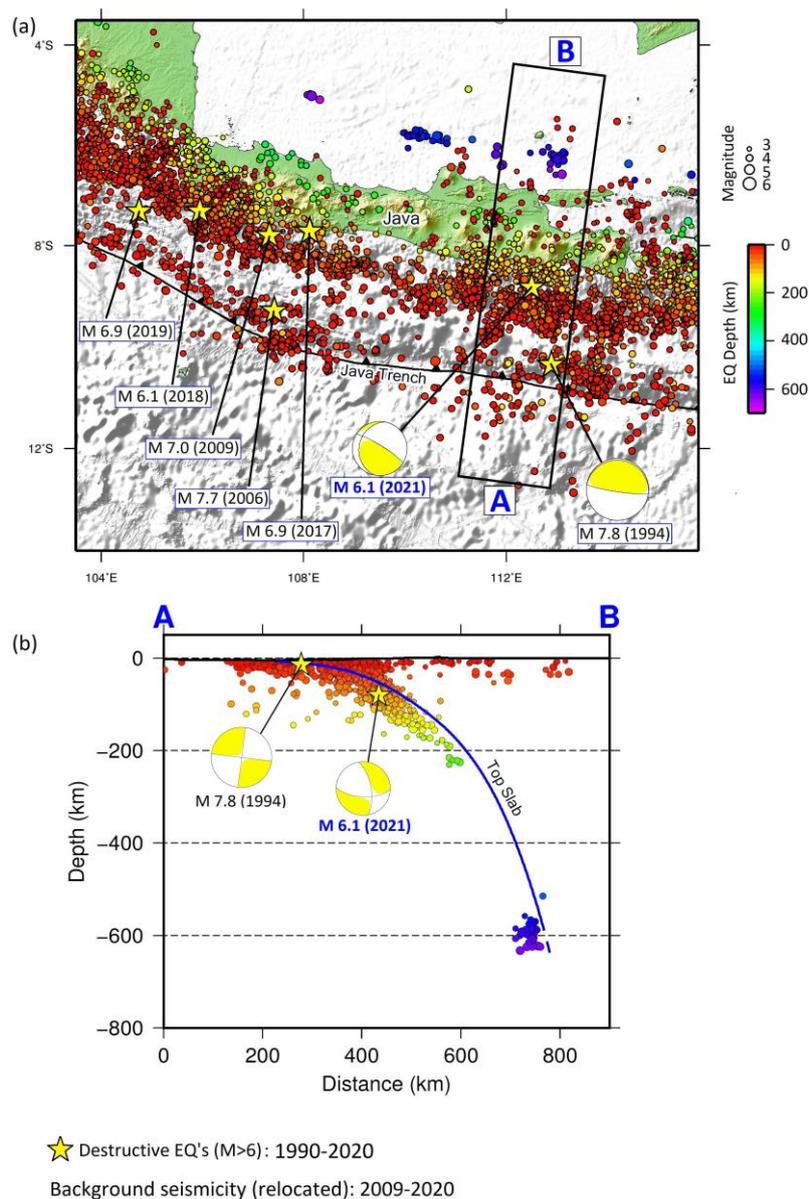
Berdasarkan Gambar 2, secara spasial terlihat bahwa gempa merusak yang pernah terjadi seolah-olah semuanya berlokasi di zona *megathrust*, namun dari potongan melintang menunjukkan bahwa hanya beberapa gempa merusak saja yang posisinya di zona *megathrust* (misalnya: M 7.8, tahun 1994 dan M 7.7, tahun 2006), namun yang lainnya berlokasi di *intra-slab oceanic* Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng Eurasia (misalnya: M 6.9, tahun 2019).

4. Mekanisme Sumber dan Penyebab Gempa

Mekanisme sumber gempa yang terjadi pada tanggal 10 April 2021 (M 6.1) memiliki pensesaran *oblique* dominan naik dan termasuk gempa *intra-plate*, yaitu lokasi gempa terjadi pada Lempeng Indo-Australia yang menunjам di bawah Lempeng Eurasia.

Gempa-gempa di *intra-slab oceanic* dengan kedalaman cukup dalam seperti ini biasanya 'miskin' gempa susulan, seperti halnya gempa M 6.9 (15 Desember 2017) yang terjadi pada kedalaman 101 km di bawah Tasikmalaya. Produktivitas gempa susulan di zona subduksi dikontrol oleh luas *rupture* dan *stress-dop* (Dascher-Cousineau dkk., 2020).

Hingga tulisan ini dimuat, hanya tercatat 9 gempa susulan akibat gempa M 6.1 (10 April 2021) tersebut dengan magnitudo berkisar M 2.8-M 5.5.



Gambar 3. (a) Peta episenter gempa M 6.1 (10 April 2021) dan seismisitas tahun 2009-2020 di Pulau Jawa dan sekitarnya hasil relokasi (bulatan merah sampai ungu) dari data BMKG yang di-*overlay* dengan gempa merusak (M>6.0) tahun 1990-2020 (bintang warna kuning); (b) Potongan melintang (*cross-section*) dari selatan ke utara yang melintasi gempa M 6.1 (10 April 2021). Mekanisme fokus gempa M 6.1 (10 April 2021) dari BMKG, sedangkan gempa M 7.8 (2 Juni 1994) dari *Global Centroid Moment Tensor* (GCMT).

Proses terjadinya gempa pada kedalaman menengah hingga dalam sangat berbeda dengan gempa dangkal. Proses dan mekanisme terjadinya gempa menengah hingga dalam lebih kompleks karena selain melibatkan gaya-gaya yang berkerja pada *slab* yang tersubduksi (*slab pull*, *buoyancy force*, dll), juga adanya perubahan mineralogi pada mantel bumi dari *olivine* ke *spinel* dan dari *spinel* ke *post-spinel* pada zona transisi mantel (kedalaman 410-660 km) yang mempengaruhi kegempaan di kedalaman tersebut.

Potongan melintang (*cross-section*) pada Gambar 3b menunjukkan bahwa tidak ada gempa pada kedalaman ~250-500 km, namun muncul kembali pada kedalaman 500-650 km. Hal ini bisa kita temukan juga di beberapa wilayah lain di Indonesia, misalnya di bawah Jawa Tengah dan Nusa Tenggara.

Berdasarkan penelitian Widiyantoro dkk. (2011) hal ini disebabkan oleh adanya *necking slab*, dimana model *slab* 3D dari penelitian tersebut menunjukkan adanya “hole” pada *slab* di bawah Jawa bagian timur, sehingga hal ini diperkirakan dapat mengurangi gaya-gaya yang bekerja (misalnya *slab pull* berkurang), sehingga jarang ditemukan aktivitas kegempaan pada kedalaman tersebut.

Selain itu, pada Gambar 2a dan Gambar 3a kita bisa melihat adanya kekosongan seismisitas pada zona *megathrust* di selatan Jawa. Begitupun jika kita plot dengan data gempa yang periode waktunya lebih lama. Hal ini disebabkan karena wilayah selatan Jawa Barat hingga Jawa Timur, terutama zona *megathrust*-nya termasuk zona *seismic gap* (Widiyantoro dkk., 2020), yaitu adanya kekosongan seismisitas namun data GPS menunjukkan adanya *slip deficit* (deformasi GPS yang diamati lebih kecil daripada laju gerak lempeng) yang berarti bahwa dari seismisitas negatif (tidak memproduksi gempa), namun dari GPS positif (ada *locking* / “kuncian” di zona tersebut).

Hal ini patut kita waspadai dengan meningkatkan upaya mitigasi dengan menyiapkan langkah-langkah konkrit untuk meminimalkan risiko kerugian sosial ekonomi dan korban jiwa di masa yang akan datang. Upaya edukasi mitigasi harus ditingkatkan untuk masyarakat yang tinggal berdekatan dengan wilayah sumber gempa, utamanya adalah mitigasi struktural yaitu membangun bangunan dengan struktur yang tahan gempa bumi. Dengan mewujudkan mitigasi struktural maka kita dapat meminimalkan jatuhnya korban jiwa, sehingga kita tetap hidup aman dan nyaman meski di daerah rawan gempa.

Peristiwa gempabumi adalah keniscayaan di Indonesia karena wilayah Indonesia terletak di antara 3 lempeng utama dunia, yang penting dan harus dibangun adalah mitigasi, kesiapsiagaan, kapasitas *stakeholder*, dan masyarakatnya, maupun infrastruktur untuk menghadapi gempa yang mungkin terjadi.

Referensi

- Abercrombie, R.E., Antolik, M., Felzer, K., Ekström, G. (2001). The 1994 Java tsunami earthquake: Slip over a subducting seamount. *J Geophys Res* 106:6595–6607. <https://doi.org/10.1029/2000JB900403>
- Dascher-Cousineau, K., Brodsky, E.E., Lay, T., Goebel, T.H.W. (2020). What Controls Variations in Aftershock Productivity? *J Geophys Res Solid Earth* 125:. <https://doi.org/10.1029/2019JB018111>
- Fujii, Y., Satake, K. (2006). Source of the July 2006 West Java tsunami estimated from tide gauge records. *Geophys Res Lett* 33: L24317. <https://doi.org/10.1029/2006GL028049>

- Gunawan, E., Widiyantoro, S., Marliyani, G.I., Sunarti, E., Ida, R., Gusman, A.R. (2019). Fault source of the 2 September 2009 Mw 6.8 Tasikmalaya intraslab earthquake, Indonesia: Analysis from GPS data inversion, tsunami height simulation, and stress transfer. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 291:54–61. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2019.04.004>
- Hayes, G.P., Moore, G.L., Portner, D.E., Hearne, M., Flamme, H., Furtney, M. & Smoczyk, G.M. (2018). Slab2, a comprehensive subduction zone geometry model. *Science*, 362, 58–61, <https://doi.org/10.1126/science.aat4723>.
- Irsyam, M., Cummins, P.R., Asrurifak, M., Faizal, F., Natawidjaja, D.H., Widiyantoro, S., Meilano, I., Triyoso, W., Rudiyanto, A., Hidayati, S., Ridwan, M., Hanifa, N.R., Syahbana, A.J. (2020). Development of the 2017 national seismic hazard maps of Indonesia. *Earthquake Spectra* 875529302095120. <https://doi.org/10.1177/8755293020951206>
- Supendi P., Rohadi, S., Karnawati, D., Nugraha, A.D., Widiyantoro, S., Daryono, Muzli. (2020). Analysis of the destructive earthquakes end of 2017 (Mw 6.9) and early 2018 (Mw 6.1) south of West Java, Indonesia. *E3S Web Conf* 211:02003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021102003>
- Widiyantoro, S., Gunawan, E., Muhari, A., Rawlinson, N., Mori, J., Hanifa, N.R., Susilo, S., Supendi, P., Shiddiqi, H.A., Nugraha, A.D., Putra, H.E. (2020). Implications for megathrust earthquakes and tsunamis from seismic gaps south of Java Indonesia. *Sci Rep* 10:15274. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72142-z>
- Widiyantoro, S., Pesicek, J.D., Thurber, C.H. (2011). Subducting slab structure below the eastern Sunda arc inferred from non-linear seismic tomographic imaging. *Geological Society, London, Special Publications* 355:139–155. <https://doi.org/10.1144/SP355.7>